

El menor costo, la mayor liquidez, un registro más preciso y la transparencia de la propiedad ofrecida por los sistemas blockchain pueden influir significativamente en la forma que tenemos de entender el funcionamiento de los sistemas públicos y privados de registro, aportando, asimismo, una plataforma segura mediante la cual desarrollar a los contratos inteligentes. Todos estos cambios que llevaría aparejado el hecho de integrar esta tecnología en la realidad económica, conllevaría reconsiderar, en primer lugar, el equilibrio de poder entre los distintos agentes que interactúan en el mundo empresarial, así como la forma en que las partes contratantes configurarían los términos contractuales y su posterior ejecución automatizada en base a los términos y plazos preestablecidos. Por todo lo expuesto, este ensayo pretende evaluar las posibles implicaciones que la tecnología blockchain puede comportar respecto al mundo empresarial y sobre los sistemas tradicionales de contratación.

BLOCKCHAIN

Y SU APLICACIÓN A LOS SMART CONTRACTS

Xavier Moreno Navarro

ADE+Derecho

Universidad Autónoma de Barcelona

Fecha: 06/05/2019

Tutor: Eduardo Bautista Blázquez

- Introducción	Pág. 2
- Los Sistemas Blockchain	Pág. 5
▪ Concepto	Pág. 5
▪ Orígenes: Breve referencia al Bitcoin	Pág. 7
▪ Principales implicaciones en el mundo empresarial	Pág. 9
a) Mecanismo para emisión y el comercio de valores corporativos	Pág. 9
b) Relevancia del voto en la Junta de Accionistas	Pág. 9
c) Contabilidad a tiempo real	Pág. 10
- Smart Contracts	Pág. 10
▪ Noción de contrato inteligente	Pág. 10
▪ Integración de la tecnología blockchain	Pág. 13
- Legislación aplicable en España en el ámbito de los smart contracts. Futura regulación	Pág. 15
- Efectos de la ejecución automática del contrato	Pág. 21
- Ámbito de aplicación	Pág. 23
▪ Riesgos y Costes	Pág. 24
- Instrumento de prueba en procedimientos judiciales	Pág. 26
- Implicaciones en el desarrollo de las actividades profesionales de los abogados y notarios	Pág. 28
- Conclusiones	Pág. 34
- Anexos	Pág. 36
- Bibliografía	Pág. 39

I. INTRODUCCIÓN

Las cadenas de bloques, o más comúnmente conocidas en el mundo académico como sistemas *blockchain*, se están volviendo cada vez más populares en nuestra realidad tanto jurídica como económica y pueden llegar a ofrecer múltiples soluciones a diversos aspectos que afectan el mundo empresarial, a la relación entre particulares y a las técnicas empleadas a nivel administrativo en el área de los registros de la propiedad. Asimismo, dichos sistemas presentan ciertas potencialidades en cuanto a su aplicación a los sistemas de contratación tradicionales, influyendo sustancialmente sobre la metodología aplicada y en el diseño del contrato en sí mismo. De entre algunas de estas interesantes connotaciones prácticas que se pueden derivar del uso de las cadenas de bloques, cabe destacar que los sistemas *blockchain* ofrecen la posibilidad de registrar de forma más transparente y segura todas las transacciones de los títulos emitidos por una determinada empresa. Dichas transacciones se efectuarían de forma más rápida y sin necesidad de acudir a los costos intermediarios financieros, reduciendo, por tanto, el rol de los bancos, brókeres, bancas de inversión, de las compañías de seguros y de las empresas de rating, actuando de esta forma como un mecanismo altamente novedoso que podría provocar un cambio de paradigma en cuanto a lo que a la emisión y el comercio de valores corporativos se refiere, e incluso permitiría incrementar su liquidez, tal y como muestran los estudios de Holden, C., Jacobsen, S., y Subrahmanyam, A.

Por otro lado, el uso de esta tecnología en el área de la contabilidad de la empresa ofrecería una alternativa menos costosa y más fiable, en comparación con las metodologías que actualmente imperan en el sistema, proporcionando la posibilidad de registrar de forma instantánea todas las transacciones realizadas por una determinada compañía, y de esta forma transmitir al mercado dicha información contable o, de otro modo, compartiendo dicha información con las partes interesadas (*real-time accounting*). En caso de que la integración se produzca de forma efectiva, las principales características de la tecnología *blockchain*, seguridad y transparencia, se transmitirían a los procedimientos contables de la empresa, influyendo de forma decisiva en el papel que desempeñan los auditores y los organismos de control en la realidad económica. Asimismo, dichos mecanismos basados en cadenas de bloques también presentan interesantes aplicaciones en el campo de los sistemas electorales, ya sea frente a los métodos empleados para registrar los votos emitidos, como también por la seguridad que brindaría a las partes interesadas fruto de la

reducción del riesgo, que se derivaría como resultado de la imposibilidad en la modificación de la información contenida en la cadena, como también por la transparencia que transferiría al procedimiento. Por último, y como parte central de este estudio, los sistemas *blockchain* también podrían llegar a jugar un papel determinante en la formación y el diseño de contratos y, más concretamente, en la fijación de los términos y los plazos convenidos, como también de los eventos resolutorios, desempeñando una función crucial en el desarrollo del contrato y en su posterior ejecución automatizada (Catalini, C. and Gans, J., 2016).

A pesar de todas estas ventajas, la tecnología *blockchain* también presenta ciertas problemáticas que deberán ser previamente valoradas en el momento de decidir sobre la conveniencia de su integración en las áreas mencionadas anteriormente. Una de las mayores preocupaciones sobre la cadena de bloques y los contratos inteligentes es la pérdida de privacidad que suponen, ya que todas las transacciones registradas en la cadena están expuestas al público, o al menos a las partes participantes, influyendo tanto positiva como negativamente sobre el gobierno corporativo y las relaciones de agencia -dependiendo de la perspectiva y del conjunto de intereses de cada una de las partes interesadas-, sobre la conformación de voluntades, el diseño y la ejecución de los contratos, y sobre la transmisión de información al mercado y la configuración de su microestructura, representado por elementos tales como la seguridad, la liquidez y la transparencia, así como por la mayor información que transmitirían los precios (*price informativeness*).

Constatada la complejidad del tópico, lo que pretendemos mostrar mediante este estudio son algunas de las potencialidades que presenta la tecnología *blockchain* en el mundo empresarial y más concretamente, en su aplicación en el campo de la contratación, representando una aplicación novedosa de la criptografía y de la gestión de la información que podría permitir resolver algunas de las problemáticas más comunes en lo que respecta al mantenimiento de registros financieros y contables, de los valores corporativos y del cumplimiento de alguno de los eventos contractuales. Pudiendo provocar grandes cambios en el gobierno corporativo, reestructurando el equilibrio de fuerzas entre los diferentes agentes, así como en la forma de entender y realizar las transacciones y la confección de los contratos. Cambios sobre los que la realidad jurídica tendrá que adaptarse y a los que deberá dar una respuesta eficaz, con el objetivo proveer a este campo

de una infraestructura legal que favorezca su florecimiento y futura implementación a gran escala, en el supuesto de que algún día sucediera fruto de su éxito, pero que también contemple de forma eficiente la protección de estos sistemas aportando el marco que garantice su desarrollo justo y en base a los términos estipulados por las partes. El principal propósito de una correcta regulación responde al hecho de que es necesario garantizar a las contratantes la consecución de un sistema plausible y seguro. Para ello, dicho esfuerzo legislativo deberá ir dirigido, en parte, a contemplar algunos de los peligros más frecuentes que afectan a estas nuevas tecnologías, y que acontecen básicamente como resultado de la pérdida de privacidad, que afecta tanto a los usuarios que participan del sistema, como también al contenido de las diversas transacciones. Propiciando un escenario predilecto para la divulgación de información privilegiada o de naturaleza competitiva de forma no consentida. Una vez vislumbradas todas estas atractivas potencialidades que nos pueden llegar a ofrecer los sistemas basados en una cadena de bloques, no es de extrañar que sea uno de los tópicos más relevantes en algunos de los foros económicos y jurídicos más importantes. Tampoco debería suponer mayor sorpresa, el hecho de que algunos de los países en desarrollo ya hayan empezado a integrar la tecnología *blockchain* en el registro de transacciones e identificación de los pagos, como en el caso de Kenia con su sistema de pagos móviles como M-Pesa y BitPesa, o en sus registros públicos de la propiedad, como está sucediendo en países como Honduras o la República de Georgia (Yermack, 2017). En base a que dichos países se caracterizan por emplear sistemas de registro ineficaces, en sus mercados existe una elevada desconfianza frente al papel que desenvuelven los organismos reguladores de corrompida naturaleza y de la alta penetración de la tecnología de la información, es bastante probable que sean estos, los países emergentes, los primeros en implementar a gran escala la tecnología *blockchain* en sus mercados de valores y de capital.

Habiendo aportado estas pequeñas pero interesantes pinceladas sobre los sistemas basados en la tecnología *blockchain* y, una vez, conocidos algunos de los beneficios que estos intrínsecamente llevan aparejados, ¿quién podría resistirse a adentrarse de forma más exhaustiva en la materia, con el fin de conocer un poco más acerca de algunas de las potencialidades y beneficios que esta tecnología puede brindar tanto a nuestro sistema jurídico como económico?

II. LOS SISTEMAS BLOCKCHAIN

❖ CONCEPTO

Las cadenas de bloques son básicamente una estructura de datos distribuida en la que la información contenida se agrupa de manera secuencial en conjuntos, llamados bloques, a los que se les va añadiendo progresivamente nuevos packs de información que, a su vez, deberán adoptar el mismo formato, y cuyo contenido se va conformando en base a un mix de información que se deriva principalmente de los movimientos y las transacciones que efectúan los agentes que participan en el mercado. Información que se va añadiendo a aquella contenida en los bloques subsiguientes de la cadena, que viene representada por el “hash code” del bloque inmediatamente anterior (Lin and Zhiguo, 2018). De esta forma se va hilando la secuencia de bloques a la que conocemos propiamente como *blockchain*, que se va conformando a medida que los flujos de información van siendo procesados, formando un histórico bajo el cual se puede desdibujar el conjunto de transacciones que han sido efectuadas, y que se registran en la cadena siguiendo un esquema temporal íntimamente interconectado. Una de sus principales características se refiere a las técnicas criptográficas que emplean estos sistemas, teniendo como principal objetivo el de asegurar que la información contenida en cada uno de los bloques tan solo pueda ser repudiada o editada una vez hayan sido modificados todos los bloques anteriores. Esta propiedad permite la aplicación de esta tecnología en un entorno descentralizado (*distributed ledger*) de manera que los datos estructurados en un sistema *blockchain*, permiten que, tanto las participantes como las partes interesadas, interactúen en un entorno donde la información fluye de forma plurilateral y es registrada siguiendo un protocolo de seguridad de elevada complejidad técnica, otorgando un aura de certeza al procedimiento y a la información contenida en los bloques (ver Anexo 1). En base a lo expuesto hasta el momento, podemos concluir que, en su sentido más básico, los sistemas *blockchain* buscan dos cosas; en primer lugar, que se pueda duplicar con seguridad un fichero en un elevado número de servidores y, en segundo lugar, que ese fichero tan solo pueda alterarse cuando legítimamente corresponda (Ethereum Foundation, 2016).

Cabe puntualizar que la tecnología *blockchain* permite ser aplicada bajo diversas modalidades, y aunque todas estas tipologías compartan alguna de las características fundamentales que caracterizan a estos sistemas, es de interés efectuar una diferenciación entre algunas de las figuras más representativas. Según Yermack, D., las modalidades

más comunes se basan en aplicar ya sea un sistema público o uno de restringido, y se diferencian en función de la intensidad que adquieren dos elementos sustanciales en el esquema diseñado por la empresa, el estado o por los particulares, estos son; la naturaleza de los agentes que tengan la facultad para modificar la información y en base al número de sujetos a los que se les permite el acceso a la información contenida en los bloques.

- **Blockchain público**

Bajo esta forma, los *blockchain* funcionan como un libro contable abierto, descentralizado y sustentado en base a la confianza que mantienen todos los participantes entre sí. Este esquema es el que se aplica actualmente en el ámbito de las criptomonedas tales como Bitcoin o Ethereum, donde algunos participantes, llamados mineros, forman una red “peer-to-peer” y, mediante un sistema de mayorías, estos usuarios son los que tienen la facultad para modificar y aportar nueva información en el momento de confeccionar los nuevos bloques. Además, cabe apuntar que, en estos sistemas, todos los participantes tienen la copia completa de la cadena, representando los máximos niveles de transparencia y, consecuentemente, de pérdida de privacidad. En cuanto al procedimiento mediante el cual se va construyendo la cadena cabe decir que es bastante sencillo de ilustrar. En primer lugar, se recogen las transacciones firmadas por los usuarios, y una vez que la mayoría de los usuarios ha validado las firmas, la información entrante se empaqueta en nuevos bloques y se incorpora a la cadena a través del código hash del bloque anterior (Yuan R, Xia YB, Chen HB et al., 2018). Por contrapartida, esta descentralización de la autoridad podría dejarlo vulnerable frente diversas actividades de sabotaje. Los participantes malintencionados que intentan destruir la red o desviar activos a sí mismos podrían proponer cambios de software que parecen ser benignos y que pueden llegar a ser ampliamente adoptados por la comunidad, o alternatively, podrían tentar a otros a adoptarlos utilizando estrategias basadas en la explotación de problemas de acción colectiva.

- **Blockchain privado**

La alternativa que proponen los *permissioned blockchains* permite solucionar algunos de las problemáticas que presentan las cadenas de bloques que operan bajo un régimen público. Su funcionalidad principal se refiere a que la información solo puede ser añadida o modificada por los agentes autorizados previamente designados, que deberán actuar de

acorde a las reglas y normas preestablecidas que tratan de asegurar que el sistema se desarrolle de una manera adecuada y justa. A primera vista, los *blockchains* aplicados bajo un régimen privado, pueden parecer atractivos en términos de seguridad y privacidad, pero cabe apuntar que también carecerían de algunas de las interesantes características que sugieren las cadenas de bloques abiertas, como la gran transparencia que aporta al proceso o la amplia divulgación de la información. Otro de los riesgos asociados a los *blockchains* privados se refiere al hecho de que se otorga un enorme poder a los usuarios autorizados para codificar las nuevas transacciones, del que se derivan diversos problemas de agencia ya que el *gatekeeper* tiene poder para restringir la entrada a un mercado, evaluar las tarifas monopólicas de los usuarios, editar los datos entrantes, tratar a algunos usuarios de manera preferencial, limitar el acceso de los usuarios a los datos del mercado y posiblemente compartir los datos de los usuarios con terceros (Yermack, 2017). Pese a los inconvenientes que puede llegar a presentar en su aplicación práctica, es bastante probable que las empresas, en el proceso de incorporación de la tecnología *blockchain* en sus procesos organizacionales y en sus bases de datos contables, por motivos de seguridad, pero sobre todo de privacidad, decidan emplear las cadenas de bloques en un régimen privado. Por lo contrario, los *blockchains* públicos proporcionan una mejor infraestructura para el desarrollo de los contratos inteligentes, a través de la aplicación pura de la tecnología de registro distribuido (*distributed-ledger*), siendo innecesaria la presencia de gestores o registradores autónomos.

❖ ORÍGENES: BREVE REFERENCIA AL BITCOIN

Los sistemas *blockchain* fueron propuestos por Satoshi Nakamoto en 2008, como un método que tenía por objeto el de validar la propiedad de la moneda virtual Bitcoin. Cuando Nakamoto, cuya verdadera identidad aún se desconoce, lanzó el documento técnico “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”, la tecnología de cadena de bloques hizo su debut de forma pública. En dicho documento, el autor describía la tecnología *blockchain* como una versión pura de un sistema peer-to-peer (de igual a igual) en el ámbito del dinero electrónico, ofreciendo una plataforma segura mediante la cual ejecutar Bitcoin. Los sistemas *blockchain* han evolucionado muchísimo desde entonces, y se han convertido durante la última década en una de las tecnologías más innovadoras con un potencial increíble para impactar en la gran mayoría de los sectores económicos e industriales, desde las financieras hasta las de manufactura, e incluso podrían ser

aplicados en el sector educativo (Bernard Marr, 2018). Tras su desarrollo exitoso en el ámbito de las criptomonedas, las cadenas de bloques han sido reconocidas como una alternativa real a los sistemas de registro tradicionales de transacciones y valores basados en la contabilidad clásica de la doble entrada, ya que ofrecen ventajas potenciales en costo, velocidad e integridad de la información contenida. Estas características han cautivado el interés de inversores y de los diversos agentes que operan en la industria de servicios financieros, que han decidido apostar por la instauración de estas nuevas tecnologías en el sistema jurídico, económico y empresarial, propiciando de este modo la creación de un entorno financiero adecuado para su correcto desarrollo en los años venideros. Estos agentes económicos empezaron a darse cuenta, aproximadamente, a partir de 2014 de que las plataformas *blockchain* podrían usarse para algo más que las criptomonedas, comenzaron a invertir y explorar cómo la tecnología *blockchain* podría incidir en diferentes tipos de operaciones, de distinta naturaleza. En su esencia, el *blockchain* es un libro mayor descentralizado y abierto que registra las transacciones entre dos partes de manera permanente sin necesidad de autenticación de terceros. Esto crea un proceso extremadamente eficiente, que propicia una reducción drástica de los costos de las transacciones y de los riesgos asumidos por todos aquellos agentes que participan del sistema, e incluso de terceros interesados (Carmelo, J., 2017).

Como ya hemos apuntado anteriormente, es probable que sea en los mercados de los países emergentes donde veamos integrada la metodología propuesta por las cadenas de bloques en los sistemas de registro de la propiedad ya sea de bienes, títulos o valores e incluso de activos intangibles tales como los pertenecientes al dominio de la propiedad intelectual. A pesar de estos condicionantes contextuales que afectan a los mercados emergentes, el hito más importante que ha alcanzado la tecnología *blockchain* en finanzas corporativas hasta la fecha, en cuanto a su uso se refiere, se ha producido en Australia, donde la Bolsa de Valores en enero de 2016 anunció su intención de rediseñar sus sistemas de compensación y liquidación utilizando la tecnología *blockchain* (Yermack, 2017).

❖ PRINCIPALES IMPLICACIONES EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL

Integrar la tecnología *blockchain* en los sistemas electorales y de registro en el mundo corporativo permitiría incorporar los beneficios asociados a las cadenas de bloques, seguridad y transparencia, tanto a los mercados como a la realidad social y, por tanto, permitiría solucionar algunos de los problemas que, habitualmente, se derivan del uso de los sistemas tradicionales. Mediante la tabla que se muestra a continuación, se pretende ilustrar de forma esquemática, algunas de las incidencias que potencialmente podrían suscitar los sistemas *blockchain* al ser implementados en el ámbito empresarial.

CONNOTACIONES PRÁCTICAS	EFFECTOS POSITIVOS	EFFECTOS NEGATIVOS
<ul style="list-style-type: none"> ○ Mecanismo para la emisión y el comercio de valores corporativos 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguridad - Transparencia - Mayor liquidez - Reducción de los costes de transacción <p>Beneficiaría a la mayoría de los accionistas, como también a la comunidad de inversores en general. Los inversores institucionales y los grandes capitales serían probablemente los dos grupos más favorecidos, gracias a la liquidez que aporta al sistema el hecho de poseer una estructura transparente, donde los precios reflejan de forma precisa toda la información que circula en el mercado. Una mayor liquidez y una reducción de los costes de transacción, facilita la construcción de grandes bloques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de privacidad de los agentes que participan en el sistema. - Vulnerable a ciertos ataques de algunos agentes externos. - Florecimiento de ciertos problemas de agencia fruto de la relación existente entre la autoridad que controla y registra la información y los diversos agentes que participan del procedimiento. - La transparencia afectaría negativamente la actividad de los activistas y <i>raiders</i>, ya que sus movimientos se reflejarían a tiempo real en la cadena de información.
<ul style="list-style-type: none"> ○ Incidencia en los sistemas electorales 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguridad - Transparencia <p>Permitirían simplificar el proceso de votación de la Junta de Accionistas y del Consejo de Administración. La mayor velocidad, transparencia y precisión de la votación bajo un</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidad en la adopción de ciertas decisiones. - Reduce la posibilidad de utilizar estrategias como el “empty voting”.

	sistema blockchain podrían motivar a los accionistas a participar más directamente en el gobierno corporativo y exigir votos en más temas y con mayor frecuencia.	
○ Real-time accounting	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción de costes - Información real en cuanto al valor de la empresa y de sus acciones <p>La contabilidad en tiempo real en la cadena de bloques reduciría en gran medida las oportunidades de que las empresas se involucren en trucos contables fruto de la manipulación de cuentas o de las ganancias reportadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se transmite información de naturaleza competitiva al mercado. - Afectaría negativamente al rol que desempeñan actualmente los auditores y los organismos de control, que forzosamente deberían de reinventarse.

III. SMART CONTRACTS

Una vez hemos introducido la temática, relacionándola en primera instancia respecto el mundo empresarial, es importante que nos adentremos en el fondo del asunto y, por tanto, empecemos a analizar las principales características definitorias de los contratos inteligentes, o más conocidos en su terminología anglosajona bajo el término de *smart contracts*, así como las implicaciones que se pueden derivar del uso de la tecnología *blockchain* como mecanismo de registro, protocolización y posterior ejecución de aquellas órdenes previamente concertadas por las partes contratantes (Ver Anexo 2).

❖ NOCIÓN DE CONTRATO INTELIGENTE

Adviértase antes de entrar en materia, que el llamado contrato inteligente no es propiamente un contrato en sí mismo si lo entendemos desde un punto de vista más estricto, sino un mecanismo automático de ejecución de instrucciones informáticas, que puede usarse para ejecutar contratos previamente confeccionados por las partes en un marco o un entorno que emplee una tecnología de registro distribuido (*distributed-ledger*), de aquí la incidencia de las cadenas de bloques. El contrato existe en el plano

jurídico en el instante en que los contratantes expresan su voluntad de hacerlo, independientemente del soporte o la forma que posteriormente se le proporcione. Por ello, y de acorde con el artículo 1254 del Código Civil podemos fijar el momento de perfección del contrato a un estado previo en el que las partes manifiestan de forma concurrente su voluntad de obligarse en base a unos términos contractuales, y que las mismas proceden a confeccionar mediante el establecimiento de las cláusulas correspondientes. Dichas disposiciones contractuales serán posteriormente computarizadas dentro del protocolo informático que representa, en sí mismo, al contrato inteligente (Catalini and Gans, 2018). En un sentido más amplio, y empleando, otrora, una terminología y una conceptualización más jurídica, sería más conveniente considerar a los contratos inteligentes como un todo, como un conjunto que se conforma a partir del código informático - lo que sería el *smart contract* en sentido estricto – al que se añadiría el pacto contractual subyacente que elaboran las partes. Dicha perspectiva es la que se empleará en este trabajo, ya que es la que mejor se adapta a las connotaciones prácticas y a los efectos que se derivan de su condición. Asimismo, será más fácilmente adaptable a la normativa y a la legislación que puede resultar de aplicación, otorgando un mayor grado de seguridad. Esto no implica, tal y como se verá más adelante en el cuerpo del presente trabajo, que la problemática que afecta a la constatación de la naturaleza de estos “contratos” no sea discutida con posterioridad en otros puntos que consideramos más convenientes (Catalini and Gans, 2018).

A todo ello, la existencia de los *smart contracts* puede remontarse hasta el año 1996, momento en el que fueron propuestos por primera vez por Nick Szabo¹, como un mecanismo mediante el cual ejecutar contratos de forma automática sin necesidad de la intervención de intermediarios. El mismo autor los describe como “un conjunto de promesas, que están especificadas en forma digital, que incluyen, asimismo, los protocolos mediante los que las partes se obligan a cumplir estas promesas”. Los protocolos generalmente se implementan con programas en una red informática o en otras formas de electrónica digital, por lo que podemos afirmar que estos contratos son más inteligentes que sus antecesores en formato papel, de aquí al origen de su nombre, ya que básicamente pueden ser autoejecutados. El contrato inteligente, en su sentido más estricto,

¹ Nick Szabo, informático y científico graduado en la Universidad de Washington, definió los conceptos básicos de la tecnología Blockchain. Su objetivo era el de llevar al mundo del derecho y del comercio electrónico una nueva tecnología que permitiera facilitar el comercio entre extraños y que, por otro lado, permitiera reducir los costes de transacción.

está diseñado para garantizar la referida ejecución del contrato y, complementariamente, pretende evitar las acciones perseguidas por los agentes maliciosos, y busca dar respuesta a ciertas circunstancias imprevistas, sobre las que los sistemas de contratación tradicional tienen dificultades en adaptarse, evitando, por ejemplo, diversas rondas de negociación. En adición, los *smart contracts* permitirían reducir la necesidad de utilizar un tercero como intermediario o fedatario, lo que resulta en la reducción del costo de las transacciones y los conflictos de interés que se podrían fácilmente derivar de las relaciones de agencia (Yuan R, Xia YB, Chen HB et al., 2018). A modo de conclusión, podríamos apuntar que los “*smart contracts*” se describen como programas informáticos en lugar de como un lenguaje legal expresado por medio de documentos escritos. Cuando se produce un evento contemplado en el contrato, se envía una transacción a la dirección donde se encuentra la información relevante registrada en el *blockchain* y el servidor virtual distribuido ejecuta los códigos de operación relativos a la cláusula en cuestión siguiendo un sistema *if/then/else*. A nuestro parecer, esta nueva tipología contractual propone la aplicación de un soporte novedoso que permite protocolizar las cláusulas contractuales para posteriormente, autoejecutarlas sin necesidad de la intervención de un tercero que dé confianza a las partes, ya que la información contenida en un *blockchain* es, en principio, imposible, o por lo menos, muy difícil de modificar.

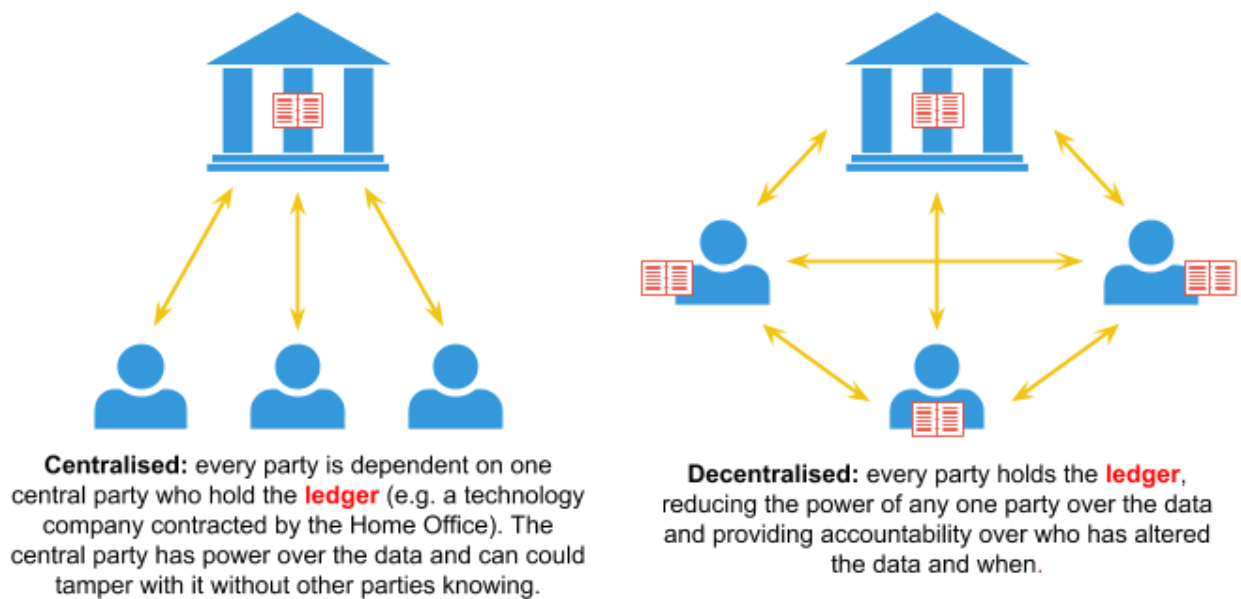
A día de hoy, podemos definir hasta tres plataformas principales mediante las cuales los profesionales del derecho y los programadores informáticos trabajan conjuntamente para diseñar y dar forma a los contratos inteligentes. Estas son: Corda R3, Hyperledger (con IBM y Linux Foundation como principales inversores) y Ethereum (Ver Anexo 3). Este último, incorpora un lenguaje conocido por el nombre de *Solidity* que permite codificar con más libertad, en comparación con el resto de los lenguajes mencionados anteriormente, y permite contemplar, a los profesionales legales que intervienen en el asesoramiento y configuración del contrato, un mayor número de supuestos de hecho que, asimismo, podrán ser incorporados en el contrato digital. De este modo, dicho lenguaje facilita que las cláusulas en que se personificará el contrato puedan adaptarse de forma más concisa a las preferencias e intereses de las partes contratantes. Aspecto importante a tener en cuenta y que puede influir sustancialmente en el desarrollo del acuerdo. Por ello, es considerado por los expertos como el sistema más flexible y abierto, siendo la plataforma que se adapta mejor a las necesidades que se derivan del desarrollo de la actividad profesional, tanto de los juristas como de los programadores informáticos. Por

otro lado, también es interesante apuntar que *Phyton Software Foundation*, otra compañía especializada en el desarrollo de lenguajes informáticos, está desarrollando un nuevo lenguaje mucho más simple que es conocido por el nombre de *Viper*. Su principal característica es que tratará de ser muy similar al lenguaje que se usa comúnmente (p. e. español o el inglés) con el objetivo de que los profesionales del derecho e incluso los mismos particulares, puedan configurar y articular, autónomamente, sus propios contratos sin necesidad de acudir a un experto informático (Martín, 2018).

❖ INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

Los sistemas basados en una cadena de bloques proporcionan una plataforma mediante la cual registrar de forma compartida toda la información contractual previamente estipulada por las partes, brindando, asimismo, una infraestructura que permite desarrollar de forma idónea los eventos integrados en dichos contratos que posteriormente serán computarizados adoptando la forma de un contrato inteligente. Los libros mayores distribuidos (*distributed-ledger*) permiten a las partes contratantes y a terceros interesados, acceder a toda la información relativa al contrato que, previamente, ha sido protocolizado en ciertos servidores informáticos (Mills, Wang et al. 2016). Dichos agentes podrían fácilmente realizar un seguimiento del desarrollo del contrato y de la autoejecución de las cláusulas preestablecidas en función de los eventos que vayan sucediendo, proporcionando un alto grado de certeza y de seguridad al procedimiento, ya que cada uno de los usuarios obtendrá a tiempo real una copia de toda la información que se vaya publicando en el libro mayor. Dicha tecnología utiliza una combinación de diversos componentes que, interactuando en este ecosistema en concreto, son capaces de desarrollar interesantes complementariedades y que, entre otras cosas, pueden llegar a cambiar la forma en que las instituciones, empresas y particulares realizan tanto el almacenamiento como el mantenimiento de registros y las transferencias de activos digitales. Entre estos se incluyen, una red de igual a igual (*peer-to-peer*) que permita la distribución y almacenamiento de datos distribuidos entre todos los usuarios, y una de las principales propiedades de los *blockchain*, la codificación mediante técnicas criptográficas. Si bien es cierto que existen diversas tecnologías que ofrecen la posibilidad de instaurar un sistema de registro basado en un libro mayor compartido (DLT), las cadenas de bloques siguen siendo una de las alternativas preferidas por los expertos y

analistas para integrar paquetes de información bajo un sistema de registro distribuido ya que la seguridad (criptografía) y la transparencia que brindan los sistemas *blockchain*, se combinan perfectamente con los DLT, propiciando un entorno idóneo para que estos últimos puedan llegar a desarrollar sus máximas potencialidades (Malone, Brezinski et al., 2017).



Sin embargo, el verdadero atractivo de los contratos inteligentes, a día de hoy, radica en su implementación bajo una cadena de bloques descentralizada. Como el código de un contrato inteligente registrado en una plataforma que emplee la tecnología *blockchain* es completamente público, cualquier usuario que participe del procedimiento y que tenga ciertos conocimientos técnicos, podría inspeccionar el código para verificar que el contrato inteligente funcionará según la forma establecida. Además, el código de un *smart contract* es inmutable una vez que se registra. Por lo tanto, solo hay que confiar en el código, y los usuarios no deberán de preocuparse por si, eventualmente, el programador o algún usuario nocivo procede a implementar algún tipo de manipulación no deseada. Esto permite que las transacciones se realicen de manera transparente y en un entorno de confianza, sin la necesidad de la participación de intermediarios. Además, todas las transacciones que se efectuaran en un futuro, así como la ejecución automática de cada una de las cláusulas, se almacenarán permanentemente en la cadena de bloques una vez que estás pasen a estar verificadas. Esto proporciona un registro inmutable sobre el que

las partes pueden confiar, a diferencia de las bases de datos de naturaleza centralizada. Asimismo, seguridad y transparencia deberán de actuar como dos pilares en el ámbito de la contratación electrónica o de aquellas modalidades aún más innovadoras como la que estamos tratando en el presente estudio, los *smart contracts*, que deberán guiar la instauración de estas nuevas tecnologías en nuestra realidad jurídica y social, ya que al no existir intermediarios ni terceros que den fe del contenido y de la resolución del contrato, las partes necesitarán de este extra en nitidez y claridad para confiar no solo en las otras partes contratantes, sino que también en el sistema en sí mismo (Cong, L. and He, Z., 2018).

IV. LEGISLACIÓN APLICABLE EN ESPAÑA. FUTURA REGULACIÓN

Es importante destacar que, actualmente, no existe una legislación específica, ni a nivel nacional como tampoco internacional, que tenga por objeto el de regular el ámbito formal y material de los *smart contracts*. Esto no debería resultarnos demasiado sorprendente, puesto que se trata de un sistema, o modo de contratación, altamente novedoso que se ha venido desarrollando en las últimas décadas, y a que, como nos hemos ido refiriendo con anterioridad, en el estadio actual incluso se han suscitado dudas sobre si constituye o no un verdadero contrato en su sentido más jurídico – entendiéndolo como un conjunto que engloba tanto el código informático como el pacto subyacente de las partes -, ya que parte de la doctrina defiende una postura más limitativa sobre el mismo, reduciendo el concepto de *smart contract* a la mera condición de código o protocolo informático, o que lo entienden simplemente como un mecanismo de autoejecución de las cláusulas contractuales. Pese a la inexistencia de una regulación amplia y específica sobre la materia, sí existen algunas referencias a los contratos inteligentes en las legislaciones más modernas, sobre todo en EE. UU., que aluden, asimismo, a la tecnología de la cadena de bloques. De entre las existentes, cabe mencionar las de los Estados de Nevada, Vermont, Delaware o Arizona, en Estados Unidos (Governatori, Idelberger et al., 2018).

Como cabe esperar, a nivel español tampoco existe una regulación específica sobre los *smart contracts*, razón por la cual deberemos ceñirnos, a día de hoy, a los principios constitucionales de la contratación, a la normativa general sobre obligaciones y contratos, al Código Civil, en algunas situaciones especiales en el que actúa algún agente en calidad de profesional deberemos acudir al Código de Comercio, también existen algunas

nociones relevantes en la Ley 34/2002, de 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, como también en la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de Firma Electrónica y, por último en la Ley 21/2011, de 26 de julio, sobre el Dinero Electrónico. Disposiciones legales que deberán ser aplicadas, algunas de forma más genérica y en la mayoría de los casos, y otras de forma más específica, según las circunstancias del caso, de los agentes intervinientes y del objeto contractual, o de otro modo, en función de la metodología que se emplee en el momento de realizar el pago, en aquellos supuestos en que la entrega de una determinada cantidad de dinero consista en una de las obligaciones principales del contrato.

Por su importancia capital creemos que es importante realizar un pequeño inciso sobre algunos de los principios rectores de las obligaciones y contratos recogidos en el Código Civil, de ahora en adelante CC. Al haber constatado, pues, que se trata de una modalidad contractual, el despliegue de efectos jurídicos de entre su cuerpo obligacional y, por tanto, la eficacia de cada uno de los *smart contracts* estará, como no cabe de otro modo, condicionada a los requisitos básicos de validez tipificados en el Código Civil, y más concretamente en el artículo 1261 CC – consentimiento de los contratantes, objeto cierto que sea materia del contrato y causa de la obligación que se establezca -. Asimismo, también creemos que será de especial interés el hecho de analizar las peculiaridades que reúnen este tipo de contratos en la conformación de estos requisitos. Así pues, lo primero será constatar la existencia de objeto y causa, tomando en consideración cualquier cosa o servicio que deberá ser de naturaleza determinada y de lícito comercio, es decir, que no se encuentre fuera del tráfico jurídico ni sea contrario a las leyes o buenas costumbres. Complementariamente, se deberá respetar en todo momento la causa del contrato en función de la diferente idiosincrasia que adopte el contrato en cuestión y, según sean; onerosos, remuneratorios o de pura beneficencia. Una vez se haya admitido la existencia de objeto y causa, tocará analizar la emisión del consentimiento. Éste puede realizarse tanto de manera oral, escrita, por medio de los actos previstos por las partes como muestra de aquél, como también a través de medios informáticos, empleando, por ejemplo, la firma digital, o por medio de los sistemas de *clickwrap* o *browsewrap*² en el caso de la

² Los *clickwrap agreements* constituyen un modo de contratar en el que se exige aceptación expresa de las condiciones y términos de un sitio web antes de concluir la contratación. Esta aceptación expresa suele llevarse a cabo por la acción de «clicar» en el botón de «acepto» o similar y desde ese momento se entiende perfeccionado el contrato. Por otro lado, en el caso de los contratos *browsewrap* no se exige una aceptación expresa de la voluntad de contratar deduciéndose la voluntad tácita del hecho de continuar con la navegación en la página web de que se trate.

participación de consumidores y usuarios en el proceso de contratación (Legerén-Molina, 2018).

Al tratarse de una modalidad más de la contratación electrónica, o por lo menos asimilable a esta, cabe la posibilidad de que la perfección del contrato, momento en que el consentimiento de ambas partes confluye en el mismo sentido de obligarse, se produzca de un modo específico en aquellos supuestos en que éstas se hallen en lugares distintos, pues empezaran a operar los principios de la contratación a distancia. En estos casos, la ley presume que hay consentimiento recíproco cuando el agente, que emite la oferta contractual, recibe el consentimiento, o desde el momento en que, remitido el consentimiento por el aceptante, no pueda ignorarlo sin faltar a la buena fe. En adición, es de especial interés mencionar el principio de libertad de forma, también recogido en el Código Civil, más concretamente en el artículo 1278 de este código normativo, como también en el artículo 51 del Código de Comercio, así como en otras normativas específicas que recogen la posibilidad de utilizar documentos que estén representados mediante algún medio o formato electrónico, tales son, a título ejemplificativo; el artículo 23.3 LSSI, el artículo 326.3 de la Ley de Enjuiciamiento Civil y el número 3 de la Ley 59/2003 de Firma Electrónica. Fácilmente se puede vislumbrar en el presente punto del ensayo, que el principio de libertad de forma fundamenta el empleo de todas estas nuevas tipologías de contratación, que cobran sentido en aquellos ámbitos en los que opera dicho principio. Cabe, asimismo, apuntar que la libertad de forma no opera de forma absoluta en nuestro ordenamiento jurídico, puesto que existen ciertas limitaciones legales en cuanto al ámbito de aplicación de estas tipologías contractuales, por la sencilla razón de que, actualmente, para implementar algunos de los contratos, éstos, necesariamente habrán de recogerse en escritura pública, tal y como indica el artículo 1280 del CC. Aspectos que analizaremos en mayor envergadura en los siguientes apartados del ensayo.

Cambiando de tercio, también será importante acudir en la mayoría de las ocasiones a las disposiciones contenidas en la Ley 34/2002, de 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico (LSSI), ya que engloban las diversas figuras y modalidades en las que se puede ver reflejada o representada la contratación electrónica, así como también a los servicios a los que ésta puede dar forma. En el mismo sentido sobre el que nos hemos venido refiriendo anteriormente, consideramos que los contratos inteligentes, al poseer ciertos rasgos de naturaleza informática y al estar diseñados en un formato electrónico, se adhieren perfectamente a esta categoría y, por tanto, aquellas

especificidades que reúnen y que las diferencian de las otras modalidades de contratación quedaran reguladas, mayoritariamente, por este cuerpo normativo. La referida Ley 34/2002 LSSI, representa el deseo del poder legislativo de incorporar en nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 2000/31/CE del Consejo y del Parlamento Europeo, que tiene por objeto el de regular determinados aspectos jurídicos que hacen referencia a las diversas formas en que se pueden manifestar los servicios de la sociedad de la información y, en particular, aquellos aspectos relativos al comercio electrónico, quedando englobado por este marco jurídico nuestro objeto de interés en el ámbito de los contratos inteligentes. De este modo, a los contratos a los que aludimos les resultaría plenamente aplicable el artículo 23.2 LSSI, que dispone de entre su contenido que:

“Los contratos celebrados por vía electrónica producirán todos los efectos previstos por el ordenamiento jurídico, cuando concurran el consentimiento y los demás requisitos necesarios para su validez. Los contratos electrónicos se regirán por lo dispuesto en este Título, por los Códigos Civil y de Comercio y por las restantes normas civiles o mercantiles sobre contratos, en especial, las normas de protección de los consumidores y usuarios y de ordenación de la actividad comercial.”

Tal y como podemos interpretar del tenor literal del referido artículo, podemos concluir que, de modo alguno, resulta necesario un acuerdo previo de las partes que califiquen al acuerdo como electrónico o que, de otra forma, pacten el uso de medios electrónicos para que el acuerdo que ha sido celebrado, conforme a lo dispuesto en la presente Ley, sea válido.

Otro aspecto relevante a comentar, de acorde con los razonamientos expuestos por Tur Faúndez³ en alguna de sus publicaciones más recientes, sería la situación en la que diversos contratos inteligentes se elaboren con el objetivo de que sean suscritos en serie y vayan dirigidos a una multitud de consumidores o usuarios, situación que a nuestro juicio, es más que probable que suceda puesto que, éste, puede ser uno de los ámbitos en los que dichos contratos, potencialmente, puedan llegar a desplegar una de sus principales aplicaciones prácticas, en atención al elevado costo que suele acarrear su elaboración y posterior digitalización. En este sentido, cuando los *smart contracts* persigan estos

³ TUR FAÚNDEZ en su obra *Smart contracts. Análisis jurídico*. Reus, Madrid, 2018.

objetivos, también les resultará de aplicación lo dispuesto en la normativa específica, concretamente en aquello contenido en el Real Decreto Legislativo por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de Defensa de Consumidores y Usuarios, de ahora en adelante LGDCU. Incidiendo en este ámbito, la presente normativa tendrá por objeto el de contemplar los amplios riesgos que presentan los contratos inteligentes, especialmente, frente a las partes débiles, debido a la existencia de cláusulas predispuestas y en base a su configuración, que sigue normalmente una estructura igualitaria. A lo referido hay que añadirle el hecho de que, en determinados supuestos, dichas partes, pueden padecer las consecuencias negativas de la inexistencia de una regulación expresa sobre la materia. Como resultado de este cúmulo de incidentes potenciales, creemos, en conformidad con lo dispuesto en el artículo académico de Savelyev; *Contract law 2.0: 'Smart' contracts as the beginning of the end of classic contract law*, que es necesario incidir de manera expresa en una mayor protección legislativa de los consumidores. Esta futura normativización que se prevé necesaria se podría traducir, en primer lugar, en asegurar que el contrato sea programado sin favorecer la posición dominante de una de las partes, o en base a la protección sobre el consentimiento una vez haya sido prestado, impidiendo que, durante la ejecución del contrato, los términos estipulados en el mismo puedan ser modificados o detenidos, de forma unilateral y en beneficio de una de las partes. Por otro lado, y prosiguiendo con el análisis de la normativa específica aplicable en caso de la concurrencia y participación de consumidores o usuarios en la configuración y en el desarrollo del contrato, cabe mencionar la legislación y los diferentes cuerpos normativos que resultarían de aplicación sobre algunas de las cuestiones que sugieren más ambigüedad, y que representarían aquellos umbrales en los que existe un mayor nivel de conflicto y de posibilidad lesiva sobre los intereses de alguna de las partes contratantes.

En primer lugar, cabría mencionar la problemática que rodea al régimen jurídico de las cláusulas generales de la contratación⁴, ya que en aquellos supuestos en que los contratos son celebrados con consumidores y usuarios, se deberán contemplar todas aquellas reglas que hagan referencia al control de inclusión, incorporación, de transparencia y, por último, de contenido, que quedan recogidas, fundamentalmente, en la Ley 7/1998 sobre las Condiciones Generales de la Contratación, de ahora en adelante LCGC⁵. En segundo

⁴ Cláusulas que se caracterizan por ser un tipo de disposiciones contractuales que no se negocian individualmente, y están elaboradas con el objetivo de ser aplicadas a una multitud de contratos de forma invariable.

⁵ Tal y como expresa el contenido de los artículos 5 a 10 de la LCGC.

lugar, se debería analizarla la normativa relativa a las cláusulas que no han sido negociadas individualmente, centrando nuestro foco de atención en lo dispuesto en la relación de artículos comprendidos en la LGDCU, concretamente en los art. 80-91, que dotaran de contenido jurídico a la problemática en cuestión. Un tercer punto conflictivo, sería el de las disposiciones que se atienen a los deberes y obligaciones relativas a la información precontractual y postcontractual, recogidos principalmente en los artículos 27 y 28 de la LSSI, en el artículo 98 de la LGDCU y en el capítulo II de la Ley 3/2014, de 27 de marzo, por la que se modifica el texto refundido de la LGDCU y otras leyes complementarias, como la Ley de Ordenación del Comercio Minorista. Por último, cabría mencionar la exigencia legal de la entrega al consumidor de una copia del contrato en formato impreso o en un soporte duradero, contenida en los artículos 61-99 de la LGDCU, de forma que frente la existencia de una divergencia entre el contenido del contrato digitalizado y la versión escrita del mismo, es importante saber que prevalecerá ésta última, ya que se considerará que es sobre la que, las partes, habrán emitido su consentimiento. Por otro lado, cabe apuntar que, complementariamente, el artículo 5.4 de la LCGC señala que:

“En los casos de contratación telefónica o electrónica será necesario que conste en los términos que reglamentariamente se establezcan la aceptación de todas y cada una de las cláusulas del contrato, sin necesidad de firma convencional. En este supuesto, se enviará al consumidor justificación escrita de la contratación efectuada, donde constarán todos los términos de la misma”.

A nuestro entender, la entrega del contrato en forma escrita que deberá de efectuarse en caso de la celebración del contrato con consumidores o usuarios, no habrá de realizarse necesariamente en formato impreso, siendo suficiente la entrega por otros medios digitales como, por ejemplo, por correo electrónico, ya que el objetivo principal de esta concreta regulación, no es otro que el de la prueba de que se ha realizado un negocio jurídico.

Con ánimos de sintetizar el contenido del presente apartado, cabe apuntar que fruto de la extensa regulación que existe en nuestro ordenamiento jurídico respecto la esfera que enmarca a las obligaciones y contratos, la mayor parte del contenido, tanto material como

formal, que haría referencia a los contratos inteligentes, puede encontrarse actualmente regulado en alguna de las diversas leyes que conforman nuestro entramado jurídico respecto este ámbito de interés. Por ello, y tal y como hemos podido comprobar durante el transcurso y la redacción del presente punto, el principal cuerpo regulatorio que requeriría esta figura jurídica -los *smart contracts*-, que reúnen ciertas especificidades en comparación con las modalidades de contratación tradicionales, quedaría contemplados en la normativa existente que ha venido desarrollando el legislador nacional hasta el momento. Pese a ello, hay diversos aspectos que requieren de una mayor concreción y que apuntan a que se deberá realizar un esfuerzo legislativo superior en este sentido. El especial riesgo que suponen para los consumidores y usuarios, la configuración automatizada de nuevos contratos a partir del original, que en principio serán elaborados y diseñados por programas informáticos de forma autónoma e independiente sin necesidad de la intervención humana, la contratación a distancia, así como la concreción del pago en moneda virtual, son algunas áreas que, a título ejemplificativo, representan ciertos retos que manifiestan esta necesidad de concreción sobre las que esta nueva futura regulación deberán dar respuesta y solución, con el objetivo de instaurar en nuestro sistema jurídico nacional una correcta normativización de este nuevo fenómeno jurídico, que viene representado por los contratos inteligentes y las plataformas que operan bajo la tecnología *blockchain*. Asimismo, para la determinación exacta del ámbito de aplicación y los supuestos que abarcarían esta tipología contractual, se requeriría de una definición legal sobre los *smart contracts*, donde se concretase tanto su objeto material como las modalidades a las que podría dar forma y sobre las que podría verse representada esta figura jurídica, siguiendo los pasos de algunas de las legislaciones más modernas como las de los EE.UU.

V. EFECTOS DE LA EJECUCIÓN AUTOMÁTICA DEL CONTRATO

En el presente apartado, nuestro objetivo no será otro que el de aludir a las consecuencias jurídicas que se pueden derivar del automatismo en la implementación del contrato. Éstas vienen representadas, básicamente, por dos aspectos principales: la innecesariedad de cualquier tipo de intervención humana, y que el potencial ámbito de interés, en cuanto a la aplicación de esta modalidad contractual se refiere, no sea omnicompreensivo, es decir, que solamente puedan ser aplicados respecto ciertos negocios jurídicos, quedando

excluidos, principalmente, aquellos contratos sobre los que alguna ley especifique que la concertación de voluntades se configure mediante una forma determinada (e.g. escritura pública).

Respecto la primera consecuencia, el carácter automático de la ejecución conlleva que no sea necesaria la intervención humana con el fin de desencadenar los efectos que se derivarían de las condiciones y las cláusulas contractuales preestablecidas por las partes (e.g. la realización de una prestación determinada, como puede ser; la entrega de la cosa, el pago del transporte o la entrega de cierta documentación). Tampoco será necesaria dicha intervención en cuanto al control o la comprobación de su debido cumplimiento en los términos especificados. En este caso, serán las propias computadoras o el mismo programa informático las que, de forma autónoma, verifiquen de manera objetiva la concurrencia de las condiciones preestablecidas. En caso de que se hayan cumplido todos los requisitos para la ejecución de una prestación en concreto, serán las mismas computadoras las que desdibujen y confeccionen las consecuencias que se derivarían para tal evento en cuestión. Cabe puntualizar que, en sentido estricto, dichas computadoras solo trabajan respecto el conjunto de datos que vienen representados de forma escrita en el código informático. Esto implica que cuando éstas ejecutan un evento determinado, lo hacen de acuerdo a las reglas preestablecidas que se manifiestan mediante los algoritmos prefijados, y que se producen como resultado del manejo de un conjunto de datos que son procesados siguiendo unas órdenes que han sido previamente establecidas (Kerikmäe and Rull, 2016). La principal consecuencia que se deriva de esta característica que reúnen los contratos inteligentes, es que no se requiere, en principio, de un intermediario de confianza, ya sean alguna de las partes, un tercero especialista o una autoridad judicial, para que lleven a cabo la ejecución o término del acuerdo en cuestión. La confianza de las partes de que el contrato se va a desarrollar según la forma prevista, reside en el propio contrato en sí mismo. Es decir, en el código informático en el que representa y mediante el cual se ha traducido la redacción del acuerdo, que tiene la función de ejecutar automáticamente la condición establecida. Aplicando dichos principios, se puede fácilmente deducir que tampoco se requería de una autoridad que verifique e imponga el cumplimiento estricto del contrato, puesto que, una vez más, sería la computadora la que estaría encargada de realizar dicha tarea.

Por otro lado, en lo que respecta al carácter no omnicompreensivo de los *smart contracts*, es de conveniencia puntualizar que los contratos inteligentes solo pueden ser aplicables a

ciertos supuestos que puedan ser objeto de verificación de manera objetiva, así como automática. Un ejemplo típico sería la resolución de un evento que desencadenaría el derecho a recibir una indemnización, como podrían ser; un retraso de un vuelo o la constatación de unos daños. Al ser éste un evento objetivo y perfectamente verificable, la computadora es la que puede identificar la concurrencia de la causa y, por tanto, puede aplicar una determinada consecuencia al suceder ésta. Por otro lado, esta modalidad contractual no admite cláusulas preestablecidas que requieran de interpretación para ser verificadas (e.g. interés superior del menor, buena fe, diligencia debida). De todo ello, podemos entrever que los contratos inteligentes, irán mayoritariamente orientados a los contratos de suministros, de fabricación de bienes, de intercambios de productos por un precio, entre algunos otros (Legerén-Molina, 2018).

A modo de conclusión, cabe apuntar que a pesar de que la autoejecución del contrato conlleve de forma directa, una reducción del ámbito de aplicación de esta modalidad contractual, la configuración singular del contrato en sí misma, en suma a la utilización de una cadena de bloques como plataforma de soporte para el procesamiento de datos, le dota de varias ventajas; la eficiencia y la seguridad, como características propias de los *smart contracts*, y transparencia junto con la imposibilidad de manipular la información, como características de la tecnología *blockchain*, como hemos venido señalando hasta el momento. En consecuencia, una vez formulado el código ya no caben más procedimientos, eliminando las diversas rondas de negociación y las discusiones sobre la interpretación de su contenido, reduciendo de forma intrínseca la ambigüedad que puede envolver las negociaciones y al contrato resultante.

VI. ÁMBITO DE APLICACIÓN

En la actualidad, los *smart contracts* se utilizan en sectores un tanto limitados, fruto de su novedad, de la falta de una regulación expresa que constituya un soporte legal que transmita seguridad y confianza, así como por el desconocimiento de estas figuras en su implementación en la sociedad. A título ejemplificativo, en donde más se están empleando estas nuevas modalidades contractuales es en áreas tales como: los contratos financieros, las letras de cambio, los contratos de seguros, así como en la contratación con consumidores y del comercio entre empresas. Potencialmente, esta modalidad contractual puede abarcar muchos más sectores como, por ejemplo, puede llegar a regular

las relaciones laborales, su aplicación en el ámbito electoral, o respecto la autoejecución y distribución de herencias y legados. Asimismo, otra de las limitaciones más importantes, se refiere a que, actualmente, para la conclusión de determinados contratos se requiere que se eleven a escritura pública, tal y como indica el artículo 1280 del CC. En el mismo sentido se pronuncia la LSSI, que dispone expresamente su exclusión respecto los negocios jurídicos que afecten el derecho de familia y de sucesiones, así como la remisión a la legislación específica en el momento que la ley indique la necesidad de recoger el documento en escritura pública. De acuerdo al tenor literal del artículo 23.4 LSSI:

“Los contratos, negocios o actos jurídicos en los que la Ley determine para su validez o para la producción de determinados efectos la forma documental pública, o que requieran por Ley la intervención de órganos jurisdiccionales, notarios, registradores de la propiedad y mercantiles o autoridades públicas, se regirán por su legislación específica.”

❖ RIESGOS Y COSTES

En primer lugar, cabe apuntar que, en ocasiones, para la verificación de la concurrencia de la causa según la cláusula preestablecida, se requiere del análisis de datos cambiantes o de la finalización de otros eventos que suceden en la realidad, siendo, bajo estas circunstancias, muy difíciles de programar. En adición, su configuración mediante un código informático supone que las partes deban realizar una importante inversión, en cuanto a expertos y el uso de la plataforma se refiere. De esta forma, esta modalidad contractual será cada vez más atractiva a medida que se quiera suscribir un mayor número de contratos.

Junto a los costes de transacción brevemente mencionados, uno de los principales riesgos que se derivan de este tipo de contratos, se refiere específicamente a una de sus virtudes más relevantes; el automatismo de los *smart contracts*. En el momento en que estos son programados para procesar la conclusión de una multitud de contratos interrelacionados, el programador soporta un riesgo elevadísimo, ya que en el caso que cometa un error en la configuración del código, y al iniciarse la erupción de la cadena fruto del cumplimiento de las condiciones preestablecidas,

puede ser que los contratos se desarrollen hacia un sentido no deseado actuando en base a una información que resulta incierta o no verdadera. Asimismo, ya sabemos que las cadenas de bloques no son fáciles de detener, pudiendo, un pequeño error, generar graves consecuencias, tanto jurídicas como económicas (Faúndez, T., 2017).

Por otro lado, una posible dificultad legal que podría surgir de la implementación de este tipo de contratos en la práctica se referiría, en este caso, a la opacidad que podrían adoptar las partes dentro del procedimiento, dificultando su correcta identificación al crear redes direccionales de diversos sentidos, o de la incertidumbre que en varias ocasiones suelen acarrear este tipo de contratos respecto el contenido y la interpretación de los términos que han sido previamente estipulados. Pudiendo afectar de este modo, al proceso de reconocimiento del contrato inteligente como un acuerdo legal válido en sí mismo. Actualmente, se puede decir que un contrato inteligente identifica a las partes que participan en una transacción basándose únicamente en las direcciones que dichos agentes hacen públicas en el mercado y, a partir de estas direcciones, se establece un nexo con sus respectivos propietarios. A pesar de ello, este sistema puede resultar ser insatisfactorio principalmente por dos razones. En primer lugar, la dirección pública en la que figura una determinada transacción puede apuntar al contenido de otro contrato inteligente en lugar de una billetera con un propietario determinado. Provocando en ocasiones que dichas direcciones apunten hacia diversos sentidos, como puede ser el caso de las billeteras múltiples. Esto complica enormemente la tarea de determinar la identidad de cada una de las partes en este tipo de contratos, ya que bajo ninguna circunstancia se puede suponer que la dirección pertenece a una billetera con un propietario determinado, sino que puede dirigirse al contenido de uno o más contratos anejos (Cong, L. and He, Z., 2018).

En segundo lugar, incluso si la dirección pública pertenece a una billetera, el propietario de esa cartera puede permanecer oculto bajo un pseudónimo y no se puede distinguir de la dirección que transfiere al mercado, sin recurrir a información extra del mismo propietario. Por lo tanto, en ocasiones puede resultar imposible el hecho de identificar a las personas jurídicas que son parte de un *smart contract*, desdibujando un tanto la transparencia que los sistemas *blockchain* aportan al mercado y a los agentes que participan del procedimiento, y provocando que surjan

diversas dudas sobre su carácter de contrato en sentido más legal. Se espera que los riesgos que acompañan a los contratos inteligentes se multipliquen a medida que los *smart contracts* se vuelvan más complejos. Una de las áreas que probablemente adquiera mayor importancia en un futuro cercano es el uso de oráculos. Los contratos inteligentes están actualmente limitados por su incapacidad a la hora de acceder a cierta información que circula y se actualiza en el mundo real, es decir, que fluye fuera de la cadena de bloques. Los oráculos ayudan a superar este reto, permitiendo verificar dicha información y transmitirla a los contratos inteligentes. Un ejemplo real, sería el de la aseguradora AXA, que ha desarrollado un oráculo que permite transmitir la información del tiempo de llegada de determinados vuelos para valorar si ha habido incumplimiento, y si, por tanto, debe activar las indemnizaciones por retrasos que constan en sus *smart contracts*.

VII. INSTRUMENTO DE PRUEBA EN LOS PROCESOS JUDICIALES

Llegados a este punto, falta por analizar la forma en que los contratos inteligentes serán operativos en un eventual procedimiento judicial que se suscite en relación a estos. Si bien es cierto, que en principio operan de forma autónoma y sin necesidad de intervención humana, es posible que surjan algunas problemáticas respecto alguna de las cláusulas contractuales en las que se traduce el código, o que, por otro lado, surjan deficiencias en cuanto a la ejecución de las disposiciones estipuladas se refiere. Dando lugar, a título meramente ejemplificativo, a una reclamación por incumplimiento, por los daños y perjuicios ocasionados, a una reclamación por entrega de mercancía defectuosa, o por errores de fabricación, entre muchos otros. Bajo estas circunstancias, no es difícil deducir que se requerirá de una autoridad o, al menos, de un tercero para que decidan en qué sentido se resolverá la disputa y las obligaciones que se derivan respecto cada uno de los participantes, siempre y cuando las partes no consigan llegar a un acuerdo en vías extrajudiciales, claro está.

La primera consecuencia que se desprende de esta serie de sucesos es que, lógicamente, será necesario traducir el contenido del *smart contract* (representado mediante un código informático) a un lenguaje inteligible, sin que se deba en ningún caso presumir que el juez o el tribunal tenga el conocimiento informático necesario para su correcta interpretación, a fin de poder llegar a desdibujar el contenido del mismo. Lo mismo actuará en aquellas

situaciones en las que, en base al principio de la autonomía de la voluntad de las partes, se decida acudir a los mecanismos alternativos de resolución de conflictos. En efecto, el mismo cuerpo normativo de la LSSI, señala de forma expresa en su artículo que “*el soporte electrónico en que conste un contrato celebrado por vía electrónica, será admisible en juicio como prueba documental*”, al ser los contratos inteligentes, traducidos y registrados siguiendo un código y una plataforma informática, podemos extrapolarlos y, de hecho, identificarlos dentro de esta categoría, siendo admisibles en juicio al recibir un trato similar a la figura de la prueba documental, que queda ampliamente regulada en las disposiciones contenidas en la Ley de Enjuiciamiento Civil (LEC) -básicamente en la sección 2, de los documentos públicos, y la sección 3, de los documentos privados de la presente Ley-, así como en la Ley de Enjuiciamiento Criminal (LECrim), en función de si el procedimiento es de naturaleza civil o penal (Legerén-Molina, A., 2018).

Para la correcta valoración de su contenido, sentido y admisibilidad, se deberá recurrir a lo dispuesto en las normas generales y, dependiendo del caso, más específicas, encargada de regular la aportación de la prueba documental en sede judicial. Asimismo, respecto al ámbito de la firma electrónica, cabe mencionar que se aplicara bajo estos supuestos el régimen jurídico estipulado en el artículo 3 de la Ley de Firma Electrónica, cuando en un determinado contrato se emplee la firma electrónica, es decir, cuando éstos se firmen electrónicamente. Del tenor literal del referido artículo se desprende que “*el soporte en que se hallen los datos firmados electrónicamente será admisible como prueba documental en juicio*” (art. 3.8 LFE). Una mayor complejidad, suscitan aquellas situaciones tecnológico-contractuales, en las que tanto la elaboración, suscripción y conclusión del contrato sean llevados a cabo, automáticamente y ab initio, por las computadoras de inteligencia artificial (IA), que cada vez van a desplegar un papel más importante en la gran mayoría de los sectores económicos y sociales, no siendo el ámbito legal una excepción a este nuevo fenómeno (e.g. *smart contracts*, digitalización de contratos, plataformas como Luminance, Kira o Duxray), identificándolos como uno de los ejemplos más representativos de la incidencia de la IA en el mundo del Derecho.

Complementariamente a la verificación del contenido del contrato, también será necesario que en sede judicial y durante el procedimiento de resolución de disputas, se compruebe que las partes han dado su consentimiento, con tal de que el contrato sea válido y, por tanto, pueda llegar a desprender determinadas consecuencias jurídicas. En ambos casos, tanto para verificación del contenido como también del consentimiento

otorgado por las partes, será una tarea mucho más fácil en aquellos supuestos en los que exista una versión tradicional, escrita, del contrato. Como ya hemos apuntado con anterioridad, tendremos que acudir a la normativa que hace referencia a los contratos tradicionales, en el momento de aplicar estas modalidades más modernas como instrumento de prueba en los procedimientos judiciales. La principal diferencia que se suscita entre ambos sistemas es que, en caso de los contratos inteligentes, también se deberá aportar en el proceso todos aquellos protocolos informáticos en lo que se recoja el contenido del contrato y en donde se programe la verificación de causas y su subsiguiente ejecución automática. Al tratarse en la mayoría de las ocasiones, de cláusulas preestablecidas sobre fenómenos objetivables y fácilmente verificables, se facilitará la prueba de lo que hayan pactado cada una de las partes, y lo que cada una de ellas individualmente ha efectuado al respecto.

VIII. IMPLICACIONES EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES DE LOS ABOGADOS Y NOTARIOS

Mientras algunos expertos en el campo legal, abogan a una casi desaparición de los abogados en aquellos ámbitos contractuales respecto los que los *smart contracts* serán potencialmente aplicables, otros son más reacios a que tal situación suceda y apuestan más por una reinversión del capital humano que deberá ser desplegado por tales profesionales del derecho respecto estas áreas de régimen contractual, que deberán de adaptarse, por lo menos, a las nuevas necesidades de sus clientes así como a las opciones que sugieren estas nuevas tecnologías. Lo que sí es cierto, es que, actualmente, aún es demasiado pronto como para saber con certeza que cambios se van a producir en nuestra realidad jurídica fruto de la incorporación de los *smart contracts* y las plataformas *blockchain* respecto los procedimientos de registro de datos, los sistemas electorales, el registro e intercambio, así como la valoración de los valores corporativos y su aplicación a los regímenes de contratación tradicional. Y como todo este conjunto de cambios, aplicados a gran escala, puede reconfigurar el papel que desempeñan en nuestra realidad económica, algunos de los profesionales del sector legal, como pueden ser los abogados o los notarios, así como ciertos profesionales más del mundo de la empresa y del ámbito de los valores corporativos, a título ejemplificativo, los *smart contracts* también pueden influir significativamente en el desempeño de la actividad profesional de los

registradores, auditores, empresas de rating, brókeres, intermediarios financieros, bancos y empresas de seguros, entre algunos otros.

A simple vista, ya se puede entrever que estas nuevas tecnologías conllevan un sinfín de potencialidades, ya que pueden ser incorporadas a un gran número de áreas tanto en el ámbito jurídico, económico, social y de la Administración Pública. Dependiendo de la envergadura que adopten los contratos inteligentes y las plataformas *blockchain*, en cada país o región, los cambios que estos llevan aparejados serán mayores o menores. De lo que sí que estamos casi completamente seguros, es que, en caso de que estas tecnologías triunfen, muchos de los profesionales enunciados anteriormente, deberán de estas dispuestos a reinventarse con ánimos de adaptarse correctamente a la nueva realidad, a la nueva regulación legal, así como a cambiantes necesidades y preferencias de sus clientes.

En el presente punto, trataremos de aportar algunas pinceladas sobre cómo entendemos nosotros que van a evolucionar las profesiones de los abogados y notarios, e intentaremos aproximar algunas de las implicaciones más importantes que estas tecnologías van a brindar respecto estos profesionales del mundo del derecho. Como resultado de todas las características que hemos ido desarrollando a lo largo del presente ensayo, hacen de los contratos inteligentes una herramienta ciertamente poderosa, potencialmente aplicable a diversas industrias, desde las finanzas hasta la logística de las empresas. Fruto de estas amplias connotaciones prácticas, algunos expertos han predicho que los *smart contracts* remplazarán en un futuro a los contratos tradicionales, eliminado de esta forma la necesidad de acudir a los abogados en este ámbito en cuestión. Situación que a nuestro parecer parece más bien poco probable. Uno de los ejemplos típicos, mediante la cual pretendemos ilustrar la necesidad de la participación de los abogados en el proceso de contratación, hace referencia a aquellas situaciones en que el desempeño del contrato va vinculado a un estándar subjetivo, como pueden ser “esfuerzo razonable”, “buena fe” o la “diligencia debida”. En estos casos, los *smart contracts* se enfrentan ante una de sus principales limitaciones prácticas, ya que estos estándares no pueden ser traducidos en un código o una fórmula. Por tanto, mientras haya partes que deseen flexibilidad en sus contratos, es poco probable que los contratos inteligentes reemplacen los contratos tradicionales.

A parte de los estándares subjetivos, también acarrear ciertos problemas prácticos el régimen del incumplimiento cuando deriva en una prestación de hacer o no hacer por

parte de la parte que vulnera el contenido del acuerdo, o en su caso la rescisión del contrato o la determinación de la ley aplicable entre contratantes de diferente nacionalidad, a las que habrá que recurrir a la legislación específica de cada estado y, en concreto, frente a las normas de Derecho Internacional Privado. Todo ello, nos da pistas sobre la complejidad que reúne el mundo del derecho en cuanto a los sistemas de contratación que contempla, y nos indica que, al menos, actualmente, los contratos inteligentes no son todavía capaces de reemplazar completamente a los acuerdos tradicionales redactados por los abogados. Asimismo, en nuestro espectro jurídico, siempre habrán ciertos espacios en el ámbito contractual, donde sea necesario recurrir a la interpretación del contenido, al recurso judicial para la resolución de disputas o a la negociación entre las partes para proceder a apreciar si ha habido cumplimiento o incumplimiento de lo estipulado en el contrato y para valorar si se deriva, o no, la subsiguiente responsabilidad, a título ejemplificativo, este proceso interpretativo deberá llevarse a cabo en el momento de valorar si un determinado servicio se ha prestado de manera correcta o, por otro lado, de forma defectuosa. Con ello queremos justificar que no todo el ámbito material de los contratos podrá ser cubierto por los *smart contracts*, y en muchos de los supuestos se deberá recurrir a los profesionales del derecho para que ejerciten sus funciones y den respuesta a las necesidades de las partes. Por todo ello, podemos, en parte, concluir que el florecimiento de los contratos inteligentes ofrece nuevas oportunidades para la profesión legal, que en principio serán de mayor envergadura que los inconvenientes que estos llevan aparejados, respecto dichas profesiones. Cabe apuntar que, en vez de reemplazar los contratos escritos, creemos que será bastante común que los contratos inteligentes operen de forma conjunta con los contratos tradicionales. Dichas complementariedades no deberían resultar sorprendentes, ya que la configuración informatizada de un contrato inteligente presupone la existencia de unos términos contractuales preexistentes que serán traducidos a través de un código que ofrecerá un entorno estable para que el contrato se pueda ejecutar de forma automática (Mills, D., Wang, F., Ravi, A. (2016)

Este modelo híbrido permite a las partes contratantes beneficiarse de la seguridad jurídica que aportan los contratos escritos y la eficiencia que se desprende de los contratos inteligentes. Para que tal relación simbiótica pueda resultar eficaz en la práctica, tanto los usuarios, pero sobre todo los abogados, deberán comprender y abordar los riesgos peculiares asociados a los contratos inteligentes y a las cadenas de bloques. Por ejemplo,

algunos de estos riesgos se podrían traducir en que la congestión de una red de *blockchain* puede ocasionar que una transacción de un *smart contract* se retrase, o que las vulnerabilidades del código puedan ser, eventualmente, explotadas por agentes maliciosos ocasionando consecuencias desastrosas que pueden incluso afectar a toda la comunidad. Algunos aspectos como, la determinación de cuál de las partes debería ser responsable por las pérdidas sufridas como resultado de errores en el código de un contrato inteligente, o sobre la valoración que asuma qué usuario debería de asumir los riesgos derivados de los retrasos en la red de *blockchain*, no podrán ser nunca regulados o resueltos de forma automática por los propios *smart contracts*. Serán los profesionales del derecho, quienes, en el proceso de asesoramiento legal, redacten o recalibren las diversas cláusulas para garantizar una protección adecuada respecto los intereses de sus respectivos clientes (e.g. disposiciones indemnizatorias, de valoración de los vicios, o en los supuestos de fuerza mayor). Por todo ello, es más que probable que la participación de los abogados respecto los contratos inteligentes no se limite sencillamente a la redacción de dichos contratos. Las empresas también necesitarán asesoramiento legal sobre el cumplimiento normativo y las nuevas regulaciones que vayan surgiendo de la realidad jurídica y legislativa. Si bien el foco mundial de inversores ha caído en la aplicación de la tecnología *blockchain* y de los *smart contracts* respecto el ámbito de los bancos centrales y del comercio, así como del registro de los valores corporativos hasta ahora, es una cuestión de tiempo antes de que otros ámbitos queden igualmente regulados (Mills, D., Wang, F., Ravi, A., 2016).

Muchos proyectos de contratos inteligentes buscan irrumpir en la mayoría de las industrias existentes, tales como bienes raíces, el comercio electrónico y el almacenamiento de datos, que, en diferentes grados, operan en los marcos regulatorios existentes. Para que estos proyectos logren su adopción, deberán ofrecer productos legales (en formas de contratos) que logren contemplar las preferencias y las necesidades de los agentes, adicionalmente, y como no cabe de otro modo, estos también deberán cumplir y respetar en todo momento la ley. Como resultado, estos proyectos necesitarán la ayuda de profesionales legalmente capacitados para garantizar que el desarrollo de sus contratos inteligentes se mantenga dentro de los límites reglamentarios. Por otro lado, los contratos inteligentes también pueden cambiar la forma en que los abogados trabajan dentro y a través de las diferentes empresas. Si bien algunos expertos del sector han llegado al extremo de considerar que los abogados necesitarán conocer cómo codificar

los contratos inteligentes en el futuro (teniendo de aprender lenguaje informático para configurar el código), creemos que esto resultará ser extremadamente improbable. El escenario más factible es que se desarrollen productos y servicios que permitan a los abogados integrar contratos inteligentes en su trabajo sin necesidad de entrar en los aspectos técnicos de los mismos. A título ejemplificativo, *OpenLaw* busca ayudar a los abogados en la negociación y ejecución de acuerdos legales, así como la integración de contratos inteligentes para automatizar ciertos aspectos del contrato escrito, sin necesidad de recurrir a los aspectos de programación informáticos. En estas situaciones, los usuarios tan solo necesitarán completar un formulario estándar para generar un *smart contract* en el que se verá traducido el acuerdo escrito. En todas las empresas, los contratos inteligentes y la tecnología de cadena de bloques se pueden utilizar para establecer una plataforma segura y eficiente que permita el almacenamiento, transferencia y uso de la información, lo que puede ayudar a simplificar enormemente los procedimientos legales.

En cuanto al desarrollo de la profesión que desempeñan los notarios, cabe apuntar que la capacidad de los contratos inteligentes para crear registros inmutables en una cadena de bloques también se puede usar para ayudar a dichos profesionales a probar la procedencia y autenticidad de los documentos que son llevados a su conocimiento.

Visto el creciente interés de esta tecnología en el ámbito jurídico, es necesario analizar la incidencia que pueden llegar a tener los *smart contracts* y las cadenas de bloques en relación con el desarrollo de la profesión notarial, con el objetivo de determinar si estas nuevas tecnologías pueden llegar a amenazar o sustituir a la figura del notario o si, de otro modo, se pueden adoptar de forma complementaria con tal de mejorar el modo en que dichos profesionales prestan sus servicios. Antes de empezar a analizar las implicaciones que se pueden derivar del uso de estos mecanismos tan novedosos, hay que advertir que el hecho de comparar la figura del notario con la cadena de bloques resultaría ser una tarea un tanto inadecuada. El notario es un funcionario público y profesional del derecho que presta un servicio complejo. En cambio, los sistemas *blockchain* no son más que una plataforma o un medio técnico, que proporcionan un soporte para estructurar una determinada información mediante técnicas criptográficas (Carmelo, 2017). A través de las cadenas de bloques podemos asegurar el registro de un determinado documento o de cierta información, pero no se puede, ni se debe, presuponer que toda aquella información contenida en dichos sistemas sea veraz, legal y válida.

La principal consecuencia que se deriva del uso de estas plataformas es que, si quien registra la información en la cadena no es un fedatario público y, por tanto, lo que se asienta son sencillamente documentos privados en los que no ha habido intervención notarial. Por tanto, su naturaleza, utilidad y efectos jurídicos tanto entre las partes como en los procedimientos judiciales, seguirán siendo los de un documento privado. Esto, además, implica que ningún notario habrá verificado o enjuiciado la capacidad de las partes o su legitimación para llevar a cabo el negocio jurídico en cuestión, tampoco habrá una protección específica contra la parte débil, al no haber ningún agente que se responsabilice y de fe del contenido del contrato. En adición, no se puede afirmar que las plataformas *blockchain* guarden copias de los documentos o los códigos informáticos originales. De aquí se deriva otra de las funciones más importantes de los notarios, que a diferencia de las cadenas de bloques, desempeñan las tareas de conformador y de custodio del Protocolo, con el inconveniente que, aunque sea bastante remoto y difícil que suceda, si se pierde o destruye el documento o el código que se registró en la plataforma *blockchain* sea imposible obtener una copia del mismo, porque, en principio, no hay más copias que las contenidas en los diversos servidores informáticos (González Granado, 2018). A modo de conclusión, cabe apuntar que dichas tecnologías, encabezadas por los *smart contracts* y las plataformas *blockchain*, permitirían mejorar el servicio que prestan los notarios a la sociedad.

En primer lugar, en adoptarlas en los momentos previos a lo que se corresponde propiamente con la actuación notarial, como medio de recepción y de cotejo telemático que permitiría recibir y verificar de forma seguro aquellos documentos que requieran de intervención notarial. Pese a ello, será seguramente en los momentos posteriores a la actuación notarial donde más implicaciones prácticas, así como beneficios, van a poder brindar estas tecnologías. Podrían desembocar en herramientas extremadamente importantes para el registro de documentos digitales en el momento que estos sean depositados ante notario por los mismos clientes en cuyo caso la *blockchain* se convertiría en un instrumento que el notario utiliza para prestar su función de forma más sencilla y adecuada. Siempre, claro está, utilizando una cadena de bloques que sea privada y cerrada, para mayor seguridad. Ligado con las metodologías que empleas las cadenas de bloques en cuanto a la encriptación de la información que circula en dichas plataformas, se derivaría una de sus principales aplicaciones en cuanto a las garantías que podría proporcionar respecto la inalterabilidad de la circulación de las copias electrónicas al estar

registradas bajo técnicas de criptografía, sustentadas en base a un protocolo de seguridad informática superior y de elevada complejidad técnica (Governatori, G., Idelberger, F., Milosevic, Z., Riveret, R., Sartor, G., Xu, X., 2018). La profesión notarial, puede potencialmente desarrollar ciertas complementariedades al incorporar en su metodología de trabajo, el uso de estas tecnologías, por lo que, en principio, no supondrán ni su substitución ni su extinción. Eso sucederá a no ser que el legislador nacional deje de considerar que tanto la actuación notarial como la categoría jurídica de los documentos públicos aportan valor añadido en el sistema jurídico actual.

XIX. CONCLUSIONES

La tecnología *Blockchain* ofrece un método novedoso para el comercio y el seguimiento de la propiedad de activos financieros, sobre todo proporciona una plataforma segura que facilita la comercialización, la fijación del valor, la transferencia y el registro de los valores corporativos que forman parte del capital social de las empresas. Dichas tecnologías, parecen propiciar un cambio de paradigma en cuanto al mantenimiento de registros públicos, de la propiedad, así como financieros, provocando un cambio radical no visto desde la introducción de la contabilidad basada en la doble entrada de hace siglos. Las bolsas de valores de todo el mundo han comenzado a experimentar con las cadenas de bloques al tratar de incorporarlas en sus sistemas económicos, como un método para que las empresas coticen, negocien y voten a partir de sus acciones, y los accionistas pueden beneficiarse de menores costos de negociación, de una transferencia de la propiedad más rápida, de unos registros más precisos y de una mayor transparencia que recubre todo el proceso, ya sea en un momento anterior, al registrar las transferencias de los activos, como en un momento posterior, al permitir a los agentes que participan del mercado, comprobar en todo momento la propiedad de cada uno de estos valores. Asimismo, fruto de todos estos beneficios que vienen asociados a los sistemas *blockchain* y a los *smart contracts*, el gobierno corporativo podría cambiar de muchas maneras bajo un régimen que incorpore y aplique dichas tecnologías y podrán, en un futuro no muy lejano, influir significativamente en la forma que tenemos de entender el funcionamiento de los sistemas públicos y privados de registro, aportando, asimismo, una plataforma segura mediante la cual desarrollar a los contratos inteligentes, las transferencias de los activos financieros y la contabilidad a tiempo real de las empresas. De este modo, los

inversores institucionales, los *raiders* y los activistas podrían beneficiarse del hecho de poder adquirir acciones a un menor coste y venderlas en un mercado con una mayor liquidez, pero les sería mucho más difícil camuflar sus operaciones para sorprender a las contrapartes en busca de sus propios intereses. Los gerentes que obtienen incentivos relacionada con las compensaciones basadas en acciones, probablemente perderán muchas de las oportunidades que surgían de realizar una serie de operaciones con información privilegiada, debido a la mayor visibilidad de sus transacciones y al control a real-time de la propiedad. Asimismo, un sistema electoral basado en la tecnología *blockchain*, favorecería la participación de los accionistas minoritarios en las decisiones sociales, además de asegurar que dichas votaciones de los accionistas serían mucho más seguras, transparentes, así como menos costosas.

Las compañías también pueden usar *blockchains* para la contabilidad en tiempo real, reduciendo significativamente el rol de las firmas de auditoría en la realidad económica actual. Otra de las importantes aplicaciones prácticas de las cadenas de bloques, hace referencia al ámbito de la configuración, registro y posterior ejecución de los contratos inteligentes, lo que reduciría los costos esperados asociados a las dificultades financieras, de la necesidad de acudir a los costosos intermediarios financieros y reduciría la necesidad de los litigios, ya que no hará falta la intervención de una autoridad centralizada que tenga como función la de controlar y monitorizar el cumplimiento adecuado del contrato. En conjunto, estos cambios podrían alterar profundamente el poder relativo de los gerentes, accionistas, prestamistas, reguladores y expertos externos que interactúan en el ámbito del gobierno corporativo, y podría influenciar de forma sustancial el desempeño de las profesiones de algunos profesionales del derecho como pueden ser los abogados o los notarios, que, por lo menos, deberán adaptarse a las nuevas circunstancias que proponen estas interesantes tecnologías.

X. ANEXOS

• ANEXO 1: (Yermack, 2017)

Mediante esta representación gráfica de un esquema *blockchain* incorporado al sistema de registro de información que utiliza Bitcoin, se pretende demostrar la complejidad técnica que existe a la hora de modificar la información contenida en una cadena de bloques. Cuando un agente malicioso pretenda modificar la información contenida persiguiendo un beneficio propio, a expensas de los intereses de la comunidad, deberá replicar los cambios deseados en todos los bloques posteriores y tendrá que hacerlo antes que toda la comunidad confeccione un nuevo bloque. En base a estas técnicas de seguridad criptográfica, se pretende dotar al sistema de un elevado grado de seguridad, creando un entorno favorable a través del cual las partes deseen realizar sus transacciones, y propiciando una infraestructura adecuada que permita su correcto desarrollo.

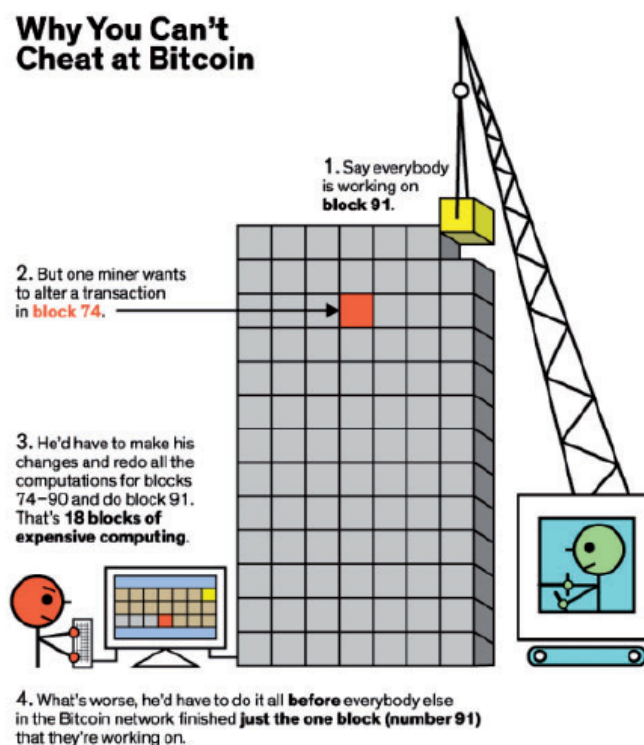


Figure 3. Integrity of data on a proof-of-work blockchain.

The figure illustrates how a proof-of-work scheme makes altering historical data in a blockchain prohibitively costly, since a potential thief or forger would have to alter not only the transaction record they wished to divert, but also all subsequent blocks up to the current one.

Illustration: Mark Montgomery © IEEE Spectrum.

Reproduced with permission.

• ANEXO 2: (www.tailorswift.io)

Mediante el esquema gráfico que se muestra a continuación, se pretende ilustrar la metodología que emplean los *smart contracts* para configurar su estructura en una plataforma informática, para, posteriormente, ejecutar automáticamente las cláusulas contractuales que se habían diseñado en base a las preferencias que habían transmitido las partes.

The screenshot displays the Remix IDE interface. On the left, a file explorer shows a project named 'browser' containing several files: Fees.sol, OrdersBase.sol, OrdersCancel.sol, OrdersInfo.sol, OrdersSettle.sol, Rates.sol, Tariffs.sol, TestAEToken.sol, TestNINEToken, TestOMGToken, TransactionsBa, TransactionsCa, TransactionsEn, TransactionsInf, TransactionsSe, Untitled.sol, and Whitelists.sol. The 'config' section is also visible.

The main editor displays the code for 'Fees.sol', which is a Solidity smart contract. The code includes a pragma statement for Solidity 0.4.24, an ERC20 contract, and a TestAEToken contract. The TestAEToken contract is a mapping-based contract with a totalSupply_ variable, a name, a symbol, and decimals. It includes a constructor, a transferOwnership function, and a claimOwnership function.

On the right side, the 'Environment' panel shows the 'Injected Web3' environment. The 'Account' field displays '0x87f...0676c (7.563964001 ether)'. The 'Gas limit' is set to '3000000'. The 'Value' field is set to '0' with a unit of 'wei'. Below this, the 'ERC20' contract is selected, and the 'Deploy' button is visible. The 'Load contract from Address' and 'At Address' buttons are also present.

The 'Transactions recorded' section shows one transaction. The 'Deployed Contracts' section shows a contract named 'Ownable at 0xf5...627be (blockchain)'. The contract's state is displayed, showing a tuple of (uint256, uint256) with values 0, 1 and a myStructA variable with values 0: uint256: owner1 0 and 1: uint256: owner2 1.

• ANEXO 3: (ANKONAN, 2018)

Ethereum reemplaza el lenguaje que utiliza Bitcoin, mucho más complejo, por un lenguaje que abre la puerta a los desarrolladores a escribir sus propios programas de una forma más abierta y flexible, permitiendo que dichos profesionales puedan programar sus propios contratos inteligentes. Este lenguaje admite un conjunto más amplio de instrucciones computacionales que se adaptan mejor a las necesidades jurídicas de los agentes que intervienen en el establecimiento de las cláusulas contractuales. La tabla que se muestra a continuación pretende resumir algunas de las características principales que reúnen las plataformas *blockchain* de Ethereum, Hyperledger y Corda R3.



Characteristic	Ethereum	Hyperledger Fabric	R3 Corda
Description of platform	– Generic blockchain platform	– Modular blockchain platform	– Specialized distributed ledger platform for financial industry
Governance	– Ethereum developers	– Linux Foundation	– R3
Mode of operation	– Permissionless, public or private ⁴	– Permissioned, private	– Permissioned, private
Consensus	– Mining based on proof-of-work (PoW) – Ledger level	– Broad understanding of consensus that allows multiple approaches – Transaction level	– Specific understanding of consensus (i.e., notary nodes) – Transaction level
Smart contracts	– Smart contract code (e.g., Solidity)	– Smart contract code (e.g., Go, Java)	– Smart contract code (e.g., Kotlin, Java) – Smart legal contract (legal prose)
Currency	– Ether – Tokens via smart contract	– None – Currency and tokens via chaincode	– None

X. BIBLIOGRAFÍA

- Yermack, D. (2016). *Corporate governance and blockchains*. [New York]: NYU Stern School of Business.
- Malone B., Brezinski T. (2017). *Distributed Ledger Technology in contracts*. FEDS Working Paper No. 2017-053.
- Yuan, R., Hai-Bo Chen, Bin-Yu Zang (2017). *Private Smart Contract on Public Blockchain*. Shanghai: Journal of Computer Science and Technology.
- Mukhopadhyay, M. (2018). *Ethereum Smart Contract Development*. Birmingham: Packt Publishing.
- Mills, D., Wang, F., Ravi, A. (2016). *Distributed Ledger Technology in Payments, Clearing, and Settlement*. FEDS Working Paper No. 2016-095.
- Holden, C., Jacobsen, S., and Subrahmanyam, A. (2013) The empirical analysis of liquidity, *Foundations and Trends in Finance* 8.
- Cong, L. and He, Z. (2018). *Blockchain Disruption and Smart Contracts*. National Bureau of Economic Research.
- Marr, B. (2017). *Practical Examples of How Blockchain Will Be Used in Law Firms*. Forbes.
- Catalini, C. and Gans, J. (2016). *Some Simple Economics of the Blockchain*. Cambridge, Mass: National Bureau of Economic Research.
- Martín, C. (2018). Clase magistral sobre Smart Contracts. Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=3SeI0xGYtEc&t=1225s&list=LLx-u3c7AwaJSdBeQ6m15EgA&index=27>
- Governatori, G., Idelberger, F., Milosevic, Z., Riveret, R., Sartor, G., Xu, X. (2018). *On legal contracts, imperative and declarative contracts, and blockchain systems*. Springer Science Business Media.
- Legerén-Molina, A. (2018). *Los contratos inteligentes en España (La disciplina de los smart contracts)*. Revista de Derecho Civil. Vol. 5, nº2.
- Savelyev, V. (2017). *Contract law 2.0: 'Smart' contracts as the beginning of the end of classic contract law*. FEDS Working Paper No. 2017-087.
- Kerikmäe, T. and Rull, A. (2016). *The Future of Law and eTechnologies*. Springer International Publishing.

- Carmelo, J. (2017). *¿Existe regulación de blockchain en la Unión Europea?*
Blog José Carmelo Llopis.
- Carmelo, J. (2017). *Blockchain y profesión notarial*. El Notario del siglo XXI.
- González, J. (2018). *Ponencia en las Jornadas de Derecho Digital NotarTIC*.
- Faúndez, T. (2017) *Smart contracts. Análisis jurídico*. Reus, Madrid, 2018.